

PENGARUH KONSENTRASI HCl DAN WAKTU HIDROLISIS TERHADAP PEROLEHAN GLUKOSA YANG DIHASILKAN DARI PATI BIJI NANGKA

Sirin Fairus, Haryono, Agrithia Miranthi dan Aris Aprianto
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Jl. PKH. Hasan Mustapa No. 23 Bandung 40124
Email: s.fairus@gmail.com

ABSTRAK

Jackfruits's seed is a material that isn't utilized and often disposed as foodwaste. Since, It contains 36.7% of carbohidrate per 100 gram, this material could be used as source of starch which is more useful and higher economic value. The starch obtained from Jackfruits's seed then could be hydrolysed to be glucose syrup. This product is useful for food and non food industrie candy such as canned fruits, ice cream, medicine, tooth paste and so on.

The starch hydrolysis process can be conducted with aid of catalyst, i.e acid catalyst or enzyme catalyst. In this process, it was varied concentration of hydro chloride acid solution as catalys besides variation of mixing time. Hydrolysis was conducted in simple instruments that consist of round botom flask with three necks, heating mantel, mixer, thermometer and condenser.

Glucose and water content were measured with Luff-schrool and gravimetric method respectively. Besides HCL solution concentration, it was also varied the mixing time. This research revealed that the higher concentration of HCL and the longer mixing time would increase the product of glucose, and the longer time of hydrolysis decreased the water content. Production of glucose reached 82.98% when it was operated as long as 80 minutes and with HCL 0.03N.

Kata Kunci: Hidrolisis, pati biji nangka

Latar Belakang

Gula merupakan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat. Di Indonesia kebutuhan gula masyarakat dipenuhi oleh produsen lokal dan produsen luar negeri.

Departemen Pertanian memperkirakan produksi gula domestik akan mengalami peningkatan sebesar 2,9 juta metrik ton tahun 2009, atau lebih besar dibandingkan tahun 2008 yang hanya mencapai 2,78 juta metrik ton. Namun, tingkat impor gula pada tahun 2009 diprediksi akan mengalami peningkatan menjadi 1,93 juta ton. Meningkatnya impor tersebut bertujuan untuk menjaga stok gula tahun depan yang dipastikan akan mendapat tekanan dari meningkatnya permintaan konsumen lokal. Apalagi pada tahun depan akan bertepatan dengan Pemilu yang akan membuat tingkat konsumsi masyarakat akan meningkat. (Vibiznews, 2008)

Selama ini masyarakat mengenal bahwa gula merupakan hasil pengolahan dari batang tebu. Padahal kekayaan sumber hayati di Indonesia tidak menutup kemungkinan untuk dicari alternatif sumber bahan baku gula lainnya. Hidrolisis pati yang berasal dari bagian tumbuhan lain misalnya biji nangka dapat dihasilkan gula. Gula yang dihasilkan dari proses hidrolisa tersebut disebut sirup glukosa.

Sirup glukosa ini banyak digunakan di berbagai industri, antara lain industri kembang gula, pengalengan buah-buahan, pengolahan es krim, minuman dan industri peragian. Sirup

glukosa juga digunakan di industri non pangan seperti lem, tekstil, obat – obatan, pasta gigi dan kertas. Sirup glukosa juga dapat berperan besar sebagai bahan pemanis meskipun derajat kemanisannya lebih rendah dibandingkan dengan glukosa atau sukrosa murni.

Di Indonesia buah nangka yang dikenal dengan nama botani *Artocarpus Integra Merr* atau *Artocarpus Heterophyllus Lamk* sudah banyak dimanfaatkan, baik sebagai sayuran maupun sebagai penyusun suatu hidangan karena baunya yang disenangi. Namun, masyarakat umumnya tidak mengkonsumsi biji, sehingga biji nangka biasanya dibuang sebagai limbah padat.

Kandungan karbohidrat biji nangka 36,7% dari 100 gr bagian yang dapat dimakan. Dengan demikian, biji nangka bisa diolah menjadi bahan yang lebih bermanfaat dengan nilai ekonomis yang lebih tinggi, misalnya melalui proses pembuatan pati. Selanjutnya melalui proses hidrolisis, pati akan menghasilkan gula glukosa.

Menurut Trihadi dan Susanto (1994) beberapa faktor yang berpengaruh adalah temperatur terhadap kecepatan reaksi pembentukan glukosa, konsentrasi katalisator terhadap konversi pati dan kadar suspensi pati biji nangka terhadap produk hidrolisa.

Proses penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama yaitu proses pembuatan pati biji nangka. Tahap kedua adalah pembuatan suspensi pati biji nangka dan proses hidrolisis. Tahap ketiga adalah analisis kimia terhadap sirup glukosa yang dihasilkan yang meliputi kadar

glukosa dan kadar air. Pada tahap ini kadar glukosa ditentukan dengan menggunakan metoda Luff-Schroll sedangkan kadar air ditentukan dengan menggunakan metoda gravimetric.

Tujuan Penelitian

Tujuan proses hidrolisis pati biji nangka adalah untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan dan konsentrasi katalis HCl terhadap perolehan glukosa.

Tinjauan Pustaka

Biji Nangka

Biji nangka berpotensi sebagai sumber karbohidrat. Komposisi kimia biji nangka ditunjukkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Komposisi kimia biji nangka per 100 gram dari bagian yang dapat dimakan

Komponen	Biji Nangka
Kalori (kal)	165
Protein (g)	4.2
Lemak (g)	0.1
Karbohidrat (g)	36.7
Kalsium (mg)	33
Besi (mg)	200
Fosfor (mg)	1
Vitamin A (SI)	0
Vitamin B1 (mg)	0.2
Vitamin C (mg)	10
Air (g)	57.7

Pati

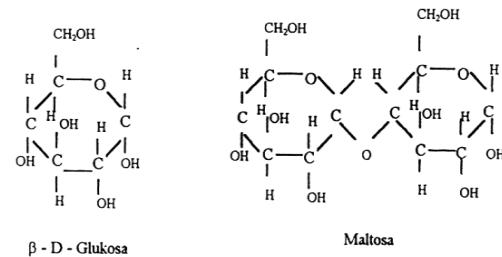
Pati secara kimia adalah merupakan suatu polisakarida ($C_6H_{10}O_5$)_n. Pati sukar larut dalam air dingin tetapi dalam air panas butir-butir pati akan menyerap air dan akhirnya membentuk pasta

Pati merupakan makanan cadangan yang terdapat dalam bentuk butir-butir kecil atau granula yang berwarna putih, mengkilat, tidak berbau dan tidak berasa. Di alam umumnya pati tidak terdapat dalam bentuk murni, tetapi bercampur dengan bahan kimia lain, seperti asam lemak dan senyawa fosfor (10). mendefinisikan pati sebagai karbohidrat reaktif dengan gugus fungsional yang tinggi, yang dapat dimodifikasi baik secara kimia, fisika maupun enzimatis untuk kebutuhan tertentu.

Pati terdiri dari dua jenis molekul polisakarida yang merupakan polimer glukosa

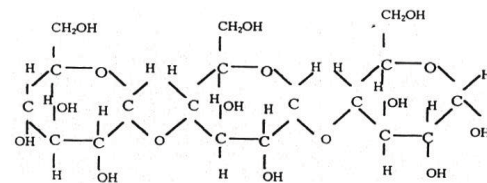
dengan ikatan α -Glicosidik. Kedua jenis polimer itu adalah amilosa dan amilopektin yang sama-sama terdistribusi dalam granula pati dan dapat bergabung dengan ikatan hydrogen.

Unit terkecil di dalam rantai pati adalah glukosa. Dilihat dari susunan kimianya pati adalah polimer dari glukosa atau maltosa seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan kimia β -D-Glukosa dan maltosa

Apabila digabung struktur pati menjadi sebagai berikut :



Gambar 2. Susunan kimia pati

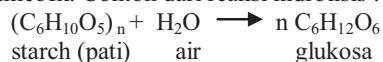
Pati pada umumnya terdiri dari dua fraksi yaitu amilosa dan amilopektin. Perbandingan antara amilosa dan amilopektin di dalam pati sangat bervariasi bergantung pada jenis tumbuhan penghasilnya.

Tabel 2. Perbedaan sifat amilosa dan amilopektin

Dengan	Amilosa	Amilopektin
Air panas	- akan larut	-tidak dapat larut
Butanol	- tidak larut	-akan larut
Yodium(I ₂)	-warna menjadi biru	-warna menjadi Violet

Hidrolisis

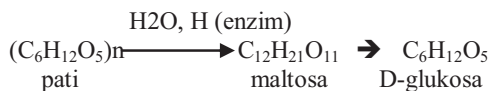
Hidrolisis merupakan proses terjadinya reaksi antara senyawa kimia organik dan anorganik, dimana air memegang peranan penting dalam proses peruraian. Hidrolisis biasanya merupakan kebalikan dari reaksi netralisasi bagi senyawa-senyawa kimia anorganik, tetapi dalam kimia organik cakupannya lebih luas. Pemaksapisahan oleh air yang disebut hidrolisis, merupakan reaksi yang khas antara suatu khlorida asam dan suatu nukleofil. Contoh dari reaksi hidrolisis :



Hidrolisis yang banyak digunakan adalah hidrolisis dengan menggunakan asam atau enzim sebagai katalis.

Hidrolisis dengan asam

Melalui proses hidrolisis, pati dapat terurai menjadi maltosa. Satu molekul maltosa dapat menghasilkan dua molekul glukosa. Hidrolisis pati secara umum dapat dituliskan sebagai berikut



Pada hidrolisis dengan asam hasil pemotongan rantai patinya lebih tidak teratur dibandingkan dengan hasil pemotongan rantai pati oleh enzim. Karena itu sebagian gula yang dihasilkan berupa gula pereduksi, sehingga pengukuran kandungan gula pereduksi tersebut dapat dijadikan alat pengontrol kualitas hasil. Walaupun hasil pemotongan rantai pati lebih tidak teratur, tetapi persentase konversi menjadi gula dengan menggunakan asam akan lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan enzim.

Pada hidrolisis sempurna, dimana pati seluruhnya dikonversikan menjadi dekstrosa, Derajat konversinya dinyatakan Dekstrosa Ekuivalen (DE) dan diberi indeks 100. Pati yang sama sekali belum terhidrolisis memiliki DE=0. Meskipun sesungguhnya harga DE hanya memberikan sedikit gambaran tentang kandungan gula pereduksi di dalam larutan, namun besaran ini dapat dipakai secara tidak langsung untuk mengetahui jenis dan kandungan gula-gula yang ada di dalam larutan (Yohanna dan Andi, 1998).

Hidrolisis Pati Biji Nangka

Pati dari biji nangka adalah merupakan polisakarida yang tersusun dari glukosa yang saling berikatan melalui ikatan 1-4 α -glukosida. Ikatan 1-4 α -glukosida tersebut dapat diputuskan secara kimia melalui proses hidrolisis dengan menggunakan asam sebagai katalisator.

Pati (tepung) biji nangka dapat dihidrolisis membentuk glukosa. Reaksi hidrolisis tersebut tanpa perlakuan apapun akan berjalan sangat lambat (1,10). Reaksi hidrolisis tersebut dipengaruhi oleh adanya katalisator, temperatur, dan kadar suspensi pati. Katalisator yang dipakai dapat berupa asam atau enzim, tetapi yang paling banyak dipakai adalah asam karena reaksinya dapat berjalan cepat. Kecepatan reaksi tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi asam.

Pemilihan jenis asam didasarkan atas sifat garam yang terbentuk pada penetralan hasil hidrolisis, oleh karena itu biasanya dipakai asam

khlorida yang akan menghasilkan garam dapur yang dapat dimakan. Kadar suspensi pati mempengaruhi hasil hidrolisis, karena secara langsung dipengaruhi oleh perbandingan antara pati dan air.

Katalisator yang digunakan adalah dapat berupa larutan asam klorida, larutan asam nitrat, sampai larutan asam sulfat. Pati dapat dihidrolisa sehingga dapat diperoleh hasil yang berupa gula glukosa. Bila pasta pati ditambah asam lalu dipanaskan akan dihasilkan glukosa atau dekstrin. Dengan adanya katalisator (misalnya asam sulfat, asam khlorida, maupun asam nitrat) maka kecepatan reaksi hidrolisa akan bertambah (Trihadi dan Susanto, 1994)

Sirup Glukosa

Sirup glukosa (*Glucose syrup*) adalah suatu larutan kental yang diperoleh dari proses hidrolisa pati menggunakan katalis asam atau enzim yang kemudian dimurnikan dan dikentalkan sampai kekentalan tertentu.

Zat pati yang berasal dari bahan yang mengandung pati tinggi seperti jagung, ubi kayu, ubi jalar, kentang, gandum dan jagung dapat digunakan untuk membuat sirup glukosa. Sirup glukosa dapat berperan sebagai pemanis meskipun derajat kemanisannya lebih rendah dibandingkan dengan fruktosa dan sukrosa murni pada jumlah yang sama.

Sirup glukosa merupakan bahan hasil olahan yang mempunyai komposisi tertentu, komponen terbesar yang terkandung dalam sirup glukosa adalah dekstrosa (α - D- glukosa), selain itu juga mengandung dekstrin dan maltosa. Sirup glukosa sangat penting dalam pembuatan kembang gula karena dapat memperkecil inversi terjadinya inversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.

Tabel. 3. Komposisi Utama dan Faktor-faktor penentu Mutu Sirup Glukosa.

Faktor Utama	Syarat
Kadar air	Tidak lebih dari 20%
Kadar Abu	Tidak lebih dari 1 %
Kadar gula dihitung sebagai α - D - Glukosa	Tidak kurang dari 30 %

Mutu sirup glukosa terutama ditentukan oleh tingkat konversi pati menjadi komponen glukosa, maltosa dan dekstrin yang dikenal dengan dekstrosa ekuivalen (DE). Semakin tinggi nilai dekstrosa ekuivalen semakin tinggi pula kandungan glukosanya dan semakin rendah kandungan dekstrinnya. Sirup glukosa yang bermutu tinggi mempunyai nilai dekstrosa yang setinggi mungkin. Selain ditentukan oleh nilai DEnya, mutu sirup glukosa juga ditentukan

berdasarkan kadar abu, kadar bahan kering, warna dan kejernihannya. Komposisi utama sirup glukosa dapat dilihat pada Tabel 3.

Rancangan Penelitian

Kualitas bahan baku sangat menentukan produk akhir, karena itu perlu diperhatikan beberapa hal berikut ini:

1. Pemilihan perbandingan antara massa biji nangka dengan massa air pada proses pembuatan pati biji nangka perlu diperhatikan agar dapat dihasilkan pati biji nangka dengan kualitas yang baik.
2. Proses utama dalam pembuatan sirup glukosa adalah hidrolisis pati menjadi sirup glukosa, karena itu kondisi proses yang optimal perlu diperhatikan. Agar proses hidrolisis dapat berlangsung dengan baik, maka dilakukan pengaturan terhadap waktu hidrolisis dan konsentrasi asam yang ditambahkan.

Bahan-Bahan Percobaan

Bahan Baku

Bahan baku yang akan dipergunakan dalam proses hidrolisis ini adalah pati biji nangka.

Bahan kimia

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- | | |
|--|-------|
| 1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. | 0.1 N |
| 2. H_2SO_4 | 25% |
| 3. Indikator amilum | 1% |
| 4. KI | 20% |
| 5. Na_2HPO_4 | 10% |
| 6. Pb asetat | 10% |
| 7. HCl | |
| 8. Aqua DM | |
| 9. Larutan Luff schoorl | |
| 10. Batu didih | |

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini

1. Kain saring
2. Gelas ukur 10 ml, 25 ml, 100 ml
3. Labu ukur 100, 250, 500 dan 1000 ml
4. Labu Erlenmeyer 100, 250, dan 500 ml
5. Gelas kimia 100, 250, dan 1000 ml
6. Pipet ukur 10, dan 25 ml
7. Buret 25 dan 50 ml
8. Pipet tetes
9. Oven
10. Neraca analitis
11. Heating mantel
12. Kaca arloji
13. Cawan porselin
14. Kondensor
15. Corong
16. Termometer
17. Motor Berpengaduk

Variabel percobaan

Pada proses hidrolisis ini dilakukan beberapa variasi terhadap variable percobaan sebagai berikut:

1. Perbandingan antara berat air dengan berat parut biji nangka pada proses ekstraksi pati. yaitu 1:8 ; 1:10 ; 1:12
2. Waktu hidrolisis (menit) = 50 ; 60 ; 70 ; 80
3. Konsentrasi katalis $\text{HCl(N)}=0.02$; 0.025 ; 0.03

Prosedur Percobaan

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap, yaitu:

1. Tahap pembuatan pati biji nangka
2. Tahap pembuatan suspensi pati dan hidrolisis
3. Tahap analisis kimia hasil hidrolisis

Tahap pembuatan tepung biji nangka

Mula-mula cuci, kupas dan timbang sejumlah biji nangka. Kemudian biji nangka tersebut diparut dan hasil parutannya dibagi menjadi tiga bagian. Ditambahkan air ke dalam masing-masing bagian dengan perbandingan 1:8, 1:10, dan 1:12. Parutan tersebut diekstrak dengan cara diremas-remas setelah itu disaring dengan menggunakan kertas saring. Menyimpan hasil saringan selama 12 jam untuk mengendapkan patinya. Endapan pati itu kemudian diambil dan dikeringkan dengan cara memasukkannya ke dalam oven. Setelah kering, pati kemudian digiling.

Tahap hidrolisis pati

Tahap ini bertujuan untuk mengubah bentuk pati menjadi sirup glukosa. Adapun cara kerja tahap ini adalah :

1. Pembuatan suspensi pati
Mula-mula dibuat suspensi pati dengan cara menambahkan air ke dalam tepung biji nangka dengan konsentrasi 40% berat tepung biji nangka dalam air. Kemudian ke dalam suspensi ini ditambahkan HCl sambil diaduk.

Selanjutnya suspensi siap untuk dihidrolisis.

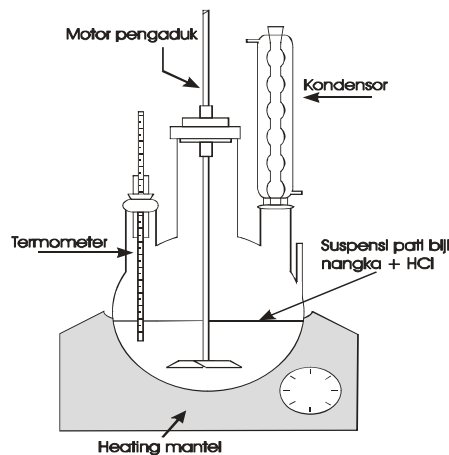
2. Hidrolisis
Suspensi pati yang telah diasamkan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam alat hidrolisis dan dihidrolisis dengan konsentrasi asam dan waktu hidrolisis yang bervariasi

Tahap analisis kimia hasil hidrolisis pati

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kadar gula dari sirup glukosa yang terbentuk. Analisis kimia yang dilakukan adalah analisis kadar gula dengan metoda Luff-Schoorl. Prinsip Luff-Schoorl : reaksi Aldehid dalam suasana basa dapat bereaksi dengan Cu^{2+} , tetapi dalam suasana asam tidak dapat bereaksi, karena pada saat pemanasan

poli dan disakarida tidak akan terhidrolisis sehingga yang bereaksi hanya glukosa saja. Gula reduksi seperti glukosa (dekstrosa), fruktosa, maltosa dan laktosa akan mereduksi larutan Luff menjadi Cu_2O . Jumlah larutan gula yang mereduksi larutan Luff ditentukan dengan cara titrasi dengan larutan natrium tio sulfat.

Gambar dan Skema Alat



Gambar 3. Gambar dan Skema Alat

Hasil Percobaan dan Pembahasan

Dari hasil pembuatan pati dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah pelarut air yang digunakan untuk membuat pati, maka perolehan glukosa yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan jumlah pelarut air yang banyak akan mempercepat ekstraksi pati dari biji nangka sehingga jumlah pati yang dihasilkan lebih banyak. Pati ini bila dihidrolisis akan menghasilkan glukosa. Hasil analisa percobaan pendahuluan ini disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Perbandingan massa biji nangka dengan massa air terhadap kadar glukosa (%)

	Perbandingan biji nangka dengan air pada saat perendaman(g/g)		
	1:08	1:10	1:12
Kadar Glukosa(%)	31.67	33.33	35

1. Tahapan Hidrolisis

Pada tahapan proses hidrolisis ini hal-hal yang diamati adalah pengaruh pemakaian HCl dengan konsentrasi 0.02 N, 0.025 N dan 0.03 N dengan waktu hidrolisis 50, 60, 70, dan 80 menit terhadap perolehan glukosa dan kadar air.

Hasil pengamatan secara visual terhadap warna sirup glukosa yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin lama waktu

hidrolisis, maka warna sirup glukosa yang dihasilkan semakin coklat. Perubahan warna sirup tersebut diakibatkan adanya pemanasan yang tinggi selama waktu hidrolisis di lingkungan asam sehingga menyebabkan terjadinya dekomposisi sirup glukosa menjadi senyawa Hidroksi Metil furfural.

Analisis kimia yang dilakukan terdiri dari analisis kadar glukosa dengan menggunakan metoda Luff Schoorl dan analisis kadar air. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 5.

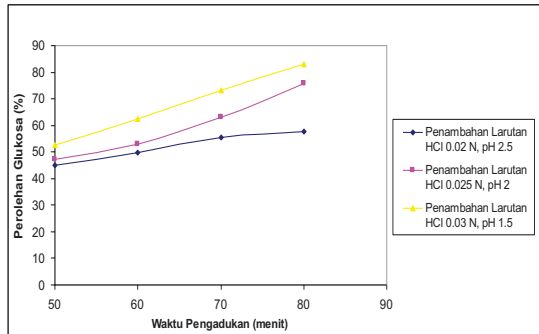
Tabel 5. Hasil Analisis Kadar Glukosa dan Kadar Air

T = 110 °C operasi	Waktu Hidrolisis (menit)	Kadar Glukosa (%)	Kadar air (%)	Perolehan Glukosa (% berat)
HCl = 0.02 N	50	18.62	35.81	44.89
	60	20.81	33.88	49.91
	70	22.99	33.92	55.39
	80	24.09	31.37	57.61
HCl = 0.025N	50	19.71	35.46	47.37
	60	21.90	34.48	52.90
	70	26.28	31.34	63.01
	80	31.76	30.77	75.79
HCl = 0.03 N	50	21.90	34.24	52.54
	60	26.28	33.52	62.37
	70	30.66	31.09	73.12
	80	35.04	30.05	82.98

Katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat suatu reaksi kimia. Dari variasi konsentrasi katalis yang dilakukan dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis HCl yang digunakan maka perolehan glukosa yang dihasilkan semakin tinggi.

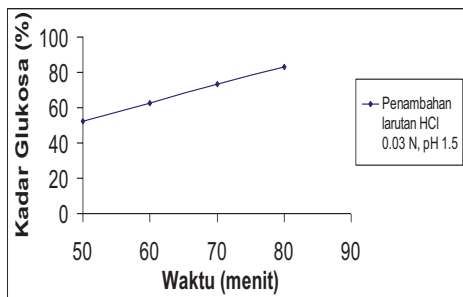
Pada penelitian ini, kadar glukosa yang dihasilkan telah sesuai dengan standar mutu sirup glukosa yaitu lebih besar dari 30%. Bertambah banyaknya produk yang dihasilkan disebabkan karena penambahan konsentrasi HCl sebagai katalis akan menyebabkan tumbukan antara molekul-molekul air dan molekul-molekul pati semakin cepat dan banyak. Akibat dari tumbukan-tumbukan tersebut energi aktivasi reaksi akan turun sehingga laju reaksi semakin cepat.

Pada penelitian ini kondisi operasi yang paling baik yaitu pada konsentrasi HCl 0.03 N dengan waktu hidrolisis 80 menit dimana perolehan glukosa yang dihasilkan sebesar 82.98%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

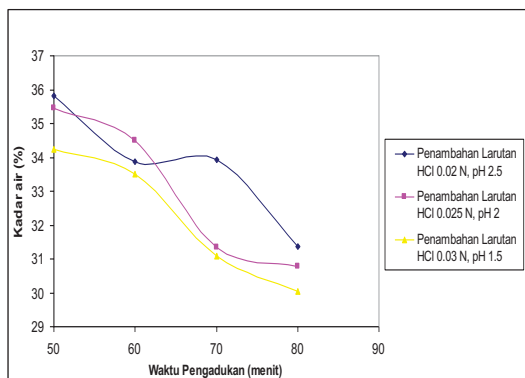


Gambar 4. Pengaruh waktu hidrolisis terhadap perolehan glukosa (%) pada berbagai konsentrasi.

Hasil analisis untuk perolehan glukosa pada konsentrasi HCl tetap diperoleh bahwa perolehan glukosa akan semakin tinggi sebanding dengan peningkatan waktu. Bertambahnya perolehan glukosa yang dihasilkan disebabkan semakin lama dilakukan hidrolisis maka terjadinya kesempatan tumbukan antara molekul-molekul air dengan molekul-molekul pati akan semakin lama sehingga akan menghasilkan glukosa yang semakin banyak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh waktu hidrolisis terhadap perolehan glukosa (%) pada konsentrasi tetap.



Gambar 6. Pengaruh waktu hidrolisis terhadap kadar air (%) pada berbagai konsentrasi.

Hasil analisis untuk kadar air menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrolisis maka semakin sedikit kandungan air yang terdapat di dalam sirup glukosa. Hal ini disebabkan karena hidrolisis merupakan suatu reaksi, dimana salah satu reaktannya adalah air, oleh karena itu selama proses berlangsung air terus menerus dikonsumsi sehingga jumlahnya akan terus berkurang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 di atas.

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dari variable yang diberikan, semakin besar konsentrasi HCL dan waktu hidrolisis akan meningkatkan perolehan glukosa yang dihasilkan.
2. Berdasarkan kadar glukosa yang dihasilkan melalui hidrolisis pati menggunakan HCL, pada percobaan ini telah sesuai dengan Standar Mutu Sirup Glukosa yaitu lebih besar dari 30%.
3. Kondisi operasi yang paling baik yaitu pada penambahan konsentrasi HCL 0.03 N dengan waktu hidrolisis 80 menit dengan perolehan glukosa yang dihasilkan 82.98 %.

Saran

Berikut ini akan dikemukakan saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan penelitian selanjutnya :

1. Perlu dipelajari pengaruh tekanan dan pH operasi terhadap perolehan glukosa
2. Perlu dilanjutkan dengan melakukan proses pemucatan, penyaringan, dan penguapan. Hal ini bertujuan agar kualitas sirup glukosa yang dihasilkan dapat lebih baik.
3. Hidrolisis dengan menggunakan katalis enzim untuk mengetahui kondisi yang paling berpengaruh terhadap mutu sirup glukosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Setyawati, Bina Ratna dkk., 1990, *Karakteristik Pati dan Manfaatnya dalam Industri*, Institut Pertanian Bogor.
- Trihadi, Bambang dan Indro Susanto., 1994, *Pembuatan Gula Glukosa dari Tepung Biji Nangka*, Institut Pertanian Bogor.
- Yohanna, Andi., 1998, *Hidrolisis Pati Talas menjadi Glukosa*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pasundan
- http://www.vibiznews.com/news_last.php?id=4495&sub=news&month=Desember&tahun=2008&awal=70&page=commodity